

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-164837

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H01L 27/14

G02B 3/00

G09F 9/00

H01L 27/148

H04N 5/335

(21)Application number : 10-332896

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.11.1998

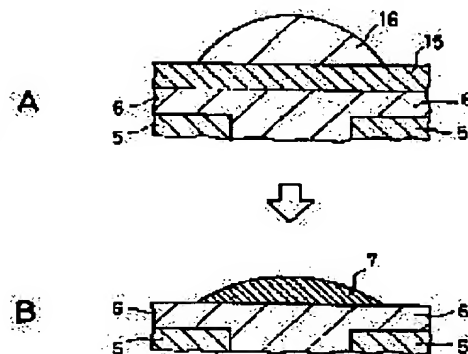
(72)Inventor : TOUMIYA YOSHITETSU  
KAMIE HITOMI

## (54) METHOD FOR FORMING LENS IN LAYER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming a lens in layer by which focal length of a lens can be adjusted to a desired length, over a wide range.

SOLUTION: When a lens 7 is formed in a layer by forming a mask of resist in the form of a lens on a layer 15 of material of the lens in layer and by etching back for transferring the form of the lens of a resist 16 onto the layer 15 of the material of the lens in layer, the etching selection ratio of the resist 16 relative to the material 15 of the lens in layer is set larger than 1, for forming a lens 7 in the layer which is thinner than the resist 16. Alternatively, the etching selection ratio of the resist 16 relative to the material 15 of the lens in layer is set smaller than 1 for forming a lens 7, in a layer thickness larger than that of the resist 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開2000-164837

( P2000-164837A )

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup>    | 識別記号  | F I           | テーマコード* (参考)      |
|------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 1 L 27/14                |       | H 0 1 L 27/14 | D 4 M 1 1 8       |
| G 0 2 B 3/00                 |       | G 0 2 B 3/00  | Z 5 C 0 2 4       |
| G 0 9 F 9/00                 | 3 1 6 | G 0 9 F 9/00  | 3 1 6 A 5 G 4 3 5 |
| H 0 1 L 27/148               |       | H 0 4 N 5/335 | V                 |
| H 0 4 N 5/335                |       | H 0 1 L 27/14 | B                 |
| 審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) |       |               |                   |

(21) 出願番号 特願平10-332896

(22) 出願日 平成10年11月24日 (1998.11.24)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 東宮 祥哲

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 上家 ひとみ

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

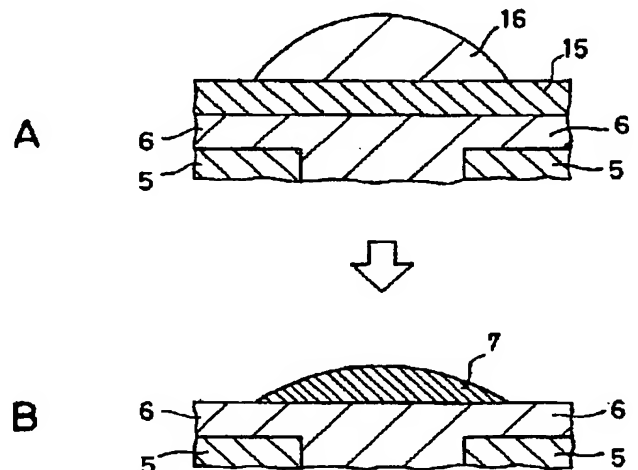
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 層内レンズの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 レンズの焦点距離を所望の距離に広範囲で調節することを可能にする層内レンズの形成方法を提供する。

【解決手段】 層内レンズ材料の層15上にレンズ形状のレジスト16によるマスクを形成し、エッチバックしてマスク16のレンズ形状を層内レンズ材料の層15に転写して層内レンズ7を形成する際に、レジスト16の層内レンズ材料15に対するエッチング選択比を1より大きくしてレジスト16の厚さより薄い層内7レンズを形成する。または、レジスト16の層内レンズ材料15に対するエッチング選択比を1より小さくしてレジスト16の厚さより厚い層内レンズ7を形成する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形

成し、エッチバックして上記マスクの上記レンズ形状を上記層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、

上記レジストの上記層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より大きくして上記レジストの厚さより薄い上記層内レンズを形成することを特徴とする層内レンズの形成方法。

【請求項2】 凹部を形成する工程と、該凹部を埋めて上記層内レンズ材料の層を形成する工程とを行い、その後上記層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する工程を行うことを特徴とする請求項1に記載の層内レンズの形成方法。

【請求項3】 上記層内レンズ材料の層を形成する工程の後に、上記層内レンズ材料の層の表面を平坦化する工程と、さらにその上に層内レンズ材料の層を積層形成する工程とを行って、その後積層形成した層内レンズ材料の層上に上記レンズ形状のレジストによるマスクを形成することを特徴とする請求項2に記載の層内レンズの形成方法。

【請求項4】 層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成し、エッチバックして上記マスクの上記レンズ形状を上記層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、上記レジストの上記層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より小さくして上記レジストの厚さより厚い上記層内レンズを形成することを特徴とする層内レンズの形成方法。

【請求項5】 凹部を形成する工程と、該凹部を埋めるように上記層内レンズ材料の層を形成する工程とを行い、その後上記層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する工程を行うことを特徴とする請求項4に記載の層内レンズの形成方法。

【請求項6】 上記層内レンズ材料の層を形成する工程の後に、上記層内レンズ材料の層の表面を平坦化する工程と、さらにその上に層内レンズ材料の層を積層形成する工程とを行って、その後積層形成した層内レンズ材料の層上に上記レンズ形状のレジストによるマスクを形成することを特徴とする請求項5に記載の層内レンズの形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば固体撮像素子や液晶表示素子等の素子の内部に用いて好適な層内レンズの形成方法に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 固体撮像素子においては、画素の微細化

2

に伴い感度を向上させる必要が生じ、従来のカラーフィルタ上のレンズ（オンチップレンズ）のみでは、充分な感度向上が図れなくなっている。そこで、カラーフィルタとセンサの半導体部との間の積層構造の内部にもレンズを形成する、いわゆる層内レンズという技術が併用して用いられている。

【0003】そして、上述の層内レンズの形成方法の1つとして、層内レンズの材料層とレジストとの積層膜をドライエッチングする方法がある。これは、層内レンズの材料層を成膜した後、その上に積層したレジストをレンズ形状にパターンニングし、その後ドライエッチングによりレジストのレンズ形状を層内レンズの材料層に転写する方法である。

【0004】従来は、ドライエッチングの際に、上層のレジストのレンズ形状のレンズ厚を正確に転写させるために、レジストと層内レンズ材料とのエッチング選択比が1になるように設定していた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このようにエッチング選択比を1に設定していると、層内レンズの厚さが、レジストの厚さ限界の範囲内に制限されてしまう。レジストの厚さ限界は、例えば良好に成膜できる薄さの限界や、曲面のレンズ形状を正しく形成できる限界、露光による現像が可能な厚さの限界等の条件により規定される。

【0006】従って、レンズの焦点距離を所望の距離に調節する等の目的で層内レンズの厚さをレジストの厚さ限界の範囲外にしたい場合、実際に層内レンズを形成することが不可能であった。

【0007】上述した問題の解決のために、本発明においては、レンズの焦点距離を所望の距離に広範囲で調節することを可能にする層内レンズの形成方法を提供するものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の層内レンズの形成方法は、層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成し、エッチバックしてマスクのレンズ形状を層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、レジストの層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より大きくしてレジストの厚さより薄い層内レンズを形成するものである。

【0009】本発明の層内レンズの形成方法は、層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成し、エッチバックしてマスクのレンズ形状を層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、レジストの層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より小さくしてレジストの厚さより厚い層内レンズを形成するものである。

【0010】上述の本発明方法によれば、レジストの層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より大きく

(3)

3

してレジストの厚さより薄い層内レンズを形成することにより、レジストの厚さの最小限界より薄い層内レンズを形成することが可能になる。

【0011】同様に、上記エッチング選択比を1より小さくしてレジストの厚さより厚い層内レンズを形成することによりレジストの厚さの最大限界より厚い層内レンズを形成することが可能になる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明は、層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成し、エッチバックしてマスクのレンズ形状を層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、レジストの層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より大きくしてレジストの厚さより薄い層内レンズを形成する層内レンズの形成方法である。

【0013】また本発明は、上記層内レンズの形成方法において、凹部を形成する工程と、この凹部を埋めるように層内レンズ材料の層を形成する工程とを行い、その後層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する工程を行う。

【0014】また本発明は、上記層内レンズの形成方法において、層内レンズ材料の層を形成する工程の後に、層内レンズ材料の層の表面を平坦化する工程と、さらにその上に層内レンズ材料の層を積層形成する工程とを行って、その後積層形成した層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する。

【0015】本発明は、層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成し、エッチバックしてマスクのレンズ形状を層内レンズ材料の層に転写して層内レンズを形成する際に、レジストの層内レンズ材料に対するエッチング選択比を1より小さくしてレジストの厚さより厚い層内レンズを形成する層内レンズの形成方法である。

【0016】また本発明は、上記層内レンズの形成方法において、凹部を形成する工程と、この凹部を埋めるように層内レンズ材料の層を形成する工程とを行い、その後層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する工程を行う。

【0017】また本発明は、上記層内レンズの形成方法において、層内レンズ材料の層を形成する工程の後に、層内レンズ材料の層の表面を平坦化する工程と、さらにその上に層内レンズ材料の層を積層形成する工程とを行って、その後積層形成した層内レンズ材料の層上にレンズ形状のレジストによるマスクを形成する。

【0018】図1は本発明の層内レンズの形成方法に供するCCD固体撮像素子の一素子の概略断面図を示す。このCCD固体撮像素子1は、半導体基体（半導体部）11内にセンサ（受光部）12、読み出しゲート部13、CCD転送チャネル14が形成され、受光部12以外の半導体部11即ち読み出しゲート部13及びCCD

4

転送チャネル14上に絶縁膜2を介して転送電極3が形成されている。転送電極3上には層間絶縁膜4を介して遮光膜5が形成され、この遮光膜5は転送電極3への光の入射を防止する。また、遮光膜5には受光部12上に開口が設けられて、受光部12に光が入射するようにしている。

【0019】そして、遮光膜5を覆って、例えばBPSG（ボロンリンシリケートガラス）膜等のリフロー膜或いはHDP（高密度プラズマ）CVD膜による第1平坦化層6が形成されている。この第1平坦化層6は、遮光膜5による段差に対して表面を平坦化させる層である。

【0020】さらに、受光部12の上方の第1平坦化層6上に、例えばプラズマCVDによるSiN膜（屈折率 $n=1.9\sim 2.0$ ）等の高屈折率材料により上面が曲面による凸部となった層内レンズ7が形成されている。

【0021】層内レンズ7上には、例えばアクリル系樹脂膜（屈折率 $n=1.3\sim 1.4$ ）等から成る第2平坦化層8が形成され、この第2平坦化層8を形成することにより表面が平坦化され、その上にカラーフィルタ9が形成されている。さらにカラーフィルタ9上にはいわゆるオンチップレンズとされたマイクロレンズ10が形成されている。

【0022】この場合、層内レンズ7表面即ち層内レンズ（高屈折率層）7と第2平坦化層8との2層の境界面に入射した光が受光部12上に集光するように、下地の層間内レンズ7の材料の屈折率は、上層の第2平坦化層8の材料の屈折率より大きくなるようにする。

【0023】このように、マイクロレンズ10によるオンチップレンズの下に層内レンズ7を設けることにより、入射光を2段階で集光して、より多くの光を受光部12に入射させることができる。従って、オンチップレンズのみを形成した場合と比較して、CCD固体撮像素子の感度を向上させることができるものである。

【0024】次に、本発明の層内レンズの形成方法の一実施の形態として、図1に示したCCD固体撮像素子1の製造工程を図2～図3に示す。

【0025】まず、図2Aに示すように、半導体部11内に所要の不純物のイオン注入等を行って、受光部12、読み出しゲート部13、CCD転送チャネル（転送部）14をそれぞれ形成した後に、表面に絶縁膜2を介して所定のパターンに転送電極3を形成し、層間絶縁膜4を介してこの転送電極3を覆って遮光膜5を形成する。そして、遮光膜5が受光部12上に開口を有するようにパターニングする。

【0026】次に、図2Bに示すように、遮光膜5上に、リフローにより形成した膜例えばBPSG膜やHDP（高密度プラズマ）CVD法によって形成した膜により第1平坦化層6を形成し、表面の平坦化を行う。

【0027】BPSG膜は、BPSGの組成やリフロー温度を規定することにより、リフロー後に平坦な表面を

(4)

5

有するようにすることができる。

【0028】このとき、第1平坦化層6の材料に用いられる平坦化の方法に対応して、遮光膜5となる材料を選択して、遮光膜5を形成しておくようにする。例えば、平坦化のために高温でのリフローが必要な場合には、遮光膜5に高融点金属例えばタングステン、タングステンシリサイド、モリブデン、チタン等を形成する。

【0029】一方、第1平坦化層6にHDPCVD膜を使用する場合には、低温で第1平坦化層6を形成することができるので、遮光膜5はアルミニウム膜等でも構わない。

【0030】次に、図示しないが周辺部の配線を形成した後、配線を覆って全体に、図2Cに示すように層内レンズ7となる高屈折率の層内レンズ材料の層15、例えばプラズマCVDによるSiN膜を0.5~2.0μmの厚さに形成する。

【0031】ここで、層内レンズ7の屈折率を1.9~2.0とする場合には、層内レンズ材料の層15としてプラズマCVDによるSiN膜を形成する。また、層内レンズ7の屈折率を1.5~1.9とする場合には、層内レンズ材料の層15としてプラズマCVDによるSiON膜を形成する。

【0032】次に、図3Dに示すように、レンズ材料層15の上にレジスト16を塗布し、レジスト16に対して所望の層内レンズ7を得るためのパターンニングを行う。さらにレンズ形状を得るために、パターンニングしたレジスト16に対して例えば140~180℃でリフローを行う。

【0033】このレジスト16には、酸素によりドライエッチングが可能である樹脂、例えばノボラック系樹脂等を用いることができる。

【0034】次に、図3Eに示すように、ドライエッチングにより、レジスト16のレンズ形状をレンズ材料層15に転写して層内レンズ7を形成する。

【0035】その後は、層内レンズ7を覆って第2平坦化層8を形成して表面を平坦化した後、カラーフィルタ9及びマイクロレンズ10を順次形成して、図1に示したCCD固体撮像素子1を形成することができる。

【0036】そして、本発明においては、特に上述の図3D~図3Eに示したドライエッチングの際に、レジスト16と層内レンズ7の材料とのエッチング選択比を1以外の値に変更することにより、凸型の層内レンズ7を任意の厚さに形成することを可能にする。

【0037】このとき、ドライエッチング装置及びドライエッチングの条件は、例えばマイクロ波プラズマエッチング装置を用いて、プロセスガス（エッチングガス）としてSF<sub>6</sub>及び酸素を混合したガスを用いる。また、このとき例えばRF（高調波）出力は20~100W、マイクロ波の出力は1000~2000W、圧力は0.5~2Paとする。

6

【0038】このようにSF<sub>6</sub>と酸素の混合ガスをエッチングガスとして用いる場合には、エッチングガスの混合比を変更することにより、レジスト16と層内レンズ7の材料とのエッチング選択比を変えることができる。

【0039】次に、本発明の層内レンズの形成方法の具体的な実施の形態として、図3D及び図3Eに示したドライエッチング工程の詳細の2つの形態を、図4と図5にそれぞれ示す。

【0040】まず、上述の混合ガス中の酸素の比率が多  
いと、レジスト16の方がエッチング速度が速く、レ  
ジスト16の層内レンズ7の材料に対するエッチング選  
10 択比が1より大きくなるので、図4A及び図4Bに示す  
ように、レンズ形状のレジスト16の厚さと比較して薄い  
層内レンズ7が形成される。

【0041】一方、酸素の比率が少ないと、レジスト1  
6の方がエッチング速度が遅く、レジスト16の層内レ  
ンズ7の材料に対するエッチング選択比が1より小さく  
なるので、図5A及び図5Bに示すように、レンズ形状  
のレジスト16の厚さと比較して 厚い層内レンズ7が  
20 形成される。

【0042】そして、SF<sub>6</sub>と酸素との混合比を2対1  
~1対2の間で変化させることにより、レジスト16の  
層内レンズ7の材料に対するエッチング選択比を0.5  
~2.0の間で変化させることができる。

【0043】レジスト16の厚さの限界が例えば0.6  
~2.5μmの範囲である場合に、従来のようにエッチ  
ング選択比が1.0のままであると、ドライエッチング  
で得られる凸型の層内レンズ7の厚さは0.6~2.5  
μmの範囲内しか形成できない。

【0044】これに対して、上述の方法により、エッチ  
ング選択比が0.5~2.0の範囲で可変となれば、凸  
30 型の層内レンズ7の厚さを0.3~5.0μmの範囲で  
形成することができるようになる。

【0045】エッチング装置には、その他平行平板RI  
E（反応性イオンエッチング）装置や高圧狭ギャップ型  
プラズマエッチング装置、ECR（電子サイクロトロン  
共鳴）型エッチング装置、マグネトロンRIE装置、そ  
の他の高密度プラズマ型エッチング装置（例えばTCP  
（遷移結合型プラズマ）、ICP（誘導結合型プラズ  
マ）、HDP（高密度プラズマ）、ヘリコン（ヘリコン  
40 波により放電したプラズマ）等のプラズマを利用したエ  
ッチング装置）を用いてもよい。

【0046】また、エッチングガスは、SF<sub>6</sub>に代えて  
CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、CHF<sub>3</sub>、C  
H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>等のフロン系ガスや、Cl<sub>2</sub>、HCl、HB  
r、BCl等のハロゲン系を用いて酸素との混合ガスを  
作製してもよい。

【0047】尚、SF<sub>6</sub>の代わりに他のフッ素系ガスを  
用いた場合には、レジスト16と層内レンズ7の材料と  
50 のエッチング選択比が1になる混合比率が異なる場合が

(5)

7

ある。

【0048】また、エッチングガスは、上述の2種類のガスの混合ガスの他に、例えば酸素と上述のガスの2種類以上を混合したガス等、3種類以上のガスから成る混合ガスを用いてもよい。

【0049】尚、上述のドライエッチングを単体のエッチングガスによって行うこともできる。ただし、この場合はレジスト16と層内レンズ7の材料とのエッチング選択比がエッチングガスによって決まる一定の値になる。これにより、レンズ形状のレジスト16の厚さに対して、エッチング選択比により一意的に決まる厚さの層内レンズ7が形成される。

【0050】尚、図1のCCD固体撮像素子1において、層内レンズ7の材料を高屈折率の樹脂により構成することも可能であるが、この場合にはドライエッチングで層内レンズ7を形成する際に、エッチングガスの混合比によらず、レジスト16と層内レンズ7の材料とのエッチング選択比がほぼ1になる。即ち、この場合には、層内レンズ7の厚さがレンズ形状のレジスト16の厚さと同一になり、形成可能な層内レンズ7の厚さの範囲は、レンズ形状のレジスト16の厚さの範囲となる。

【0051】上述の本実施の形態によれば、レンズ形状のレジスト16の層内レンズ7の材料に対するエッチング選択比を1より大きく、或いはこのエッチング選択比を1より小さくすることによって、層内レンズ7の厚さをレンズ形状のレジスト16の厚さの限界の範囲外とすることが可能となり、これにより入射光の焦点距離の範囲を広げることができる。これにより、層内レンズ7の焦点距離を、より広い範囲において所望の距離に調節することを可能にする。

【0052】従って、多様な寸法のユニットセルサイズを有するCCD固体撮像素子に対して、感度向上を図ることができる。

【0053】次に、本発明方法の他の実施の形態について説明する。図6は本発明の層内レンズの形成方法に供する他のCCD固体撮像素子の一案子の概略断面図を示す。

【0054】このCCD固体撮像素子21は、図1に示したCCD固体撮像素子1の層内レンズ7と同様に上に凸なレンズ面19Aを有し、さらに下層の層間絶縁層17の受光部12上の位置に形成された凹部とこの凹部を埋める（例えばプラズマCVDによるSiN膜等から成る）層内レンズ材料の層（高屈折率層）18との境界面によって形成された下に凸なレンズ面19Bを有して成る層内レンズ19が形成されている。

【0055】このように構成することにより、マイクロレンズ10、層内レンズ19の上側のレンズ面19A、層内レンズ19の下側のレンズ面19Bと3段階で集光がなされ、図1のCCD固体撮像素子1と比較してさらなる感度の向上を図ることができるものである。

8

【0056】その他の構成は図1のCCD固体撮像素子1と同様であるため、同一符号を付して重複説明を省略する。

【0057】次に、本発明の層内レンズの形成方法の他の実施の形態として、図6に示したCCD固体撮像素子21の製造工程を図7～図8に示す。

【0058】まず、前述の図2Aと同様に、半導体部11内に所要の不純物のイオン注入等を行って、受光部12、読み出しゲート部13、CCD転送チャネル（転送部）14をそれぞれ形成した後に、表面に絶縁膜2を介して所定のパターンに転送電極3を形成し、層間絶縁膜4を介してこの転送電極3を覆って遮光膜5を形成する。そして、遮光膜5が受光部12上に開口を有するようにパターニングする。

【0059】次に、遮光膜5による段差を覆って全面的に例えばBPSG（ボロンリンシリケートガラス）等による層間絶縁層17を形成する。このとき、例えばBPSGの組成を所定の組成とすることにより、層間絶縁層17の表面がセンサ部12上に凹部を有するように形成される。さらに、図7Aに示すように、層間絶縁層17の凹部を埋めて全面的に層内レンズの材料例えばプラズマCVDによるSiN膜等により高屈折率層18を形成する。この高屈折率層18の表面は、層間絶縁層17の凹部に対応する凹部を有する。

【0060】次に、図7Bに示すように、高屈折率層18の表面を覆って平坦化のためのレジスト20を形成する。このときレジスト20の表面はレジスト20の粘性等の特性により平坦化される。

【0061】そして、レジスト20及び高屈折率層18に対してドライエッチングを行う。このドライエッチングにおいては、レジスト20の高屈折率層（層内レンズ材料）18に対するエッチング選択比が1（1：1）となるように、エッチングガス等の条件を設定して行う。これにより、図7Cに示すように、高屈折率層18の表面が平坦化される。

【0062】次に、図7Dに示すように、平坦化された高屈折率層18上にさらに高屈折率層18例えばプラズマCVDによるSiN膜等を積層形成する。この2層目の高屈折率層18の表面は平坦に形成される。

【0063】次に、高屈折率層18上にレジストを形成し、このレジストをパターニングした後、リフローを行って、図7Eに示すようなレンズ形状のレジスト16とする。

【0064】そして、前述のエッチング選択比を1より大又は1より小とした条件でドライエッチングを行って、図7Fに示すように、レジスト16のレンズ形状を高屈折率層18に転写する。

【0065】尚、上述の製造工程において、層内レンズ19間の高屈折率層18、即ちある画素の層内レンズ19と隣の画素の層内レンズ19との間の高屈折率層（層

(6)

9

内レンズ材料の層) 18の表面は、オンチップレンズ10で充分に入射光を絞っていて層内レンズ19間への入射がない場合や、層内レンズ19間に入射した光はほとんど全て遮光膜5に入射してセンサ部12に到達しない場合では、必ずしも完全に平坦になっていなくてもよい。

【0066】本発明のさらに他の実施の形態として、このような場合において有効な、上述の図7に示した製造工程をより簡略化した製造工程の工程図を図8に示す。まず、図7Aに示したように、凹部を有する層間絶縁層17上に高屈折率層18を形成する。

【0067】次に、高屈折率層18上にレジストを形成し、このレジストをパターンニングした後、リフローを行う。これにより、図8Bに示すように、高屈折率層18の凹部にレンズ形状のレジスト16が形成される。

【0068】次に、レジスト16の層内レンズの材料に対するエッチング選択比が所望の選択比となるエッチング条件でドライエッチングを行うことにより、レジスト16のレンズ形状を転写して所望の厚さの層内レンズ19を形成する。

【0069】これにより、図7に示した工程より少ない工程数で層内レンズ19を形成することができ、製造コストの低減を図ることができる。

【0070】尚、この場合には各層内レンズ19間の高屈折率層18に多少の凹凸が残ることがあるので、前述したように各層内レンズ19間への入射光の影響がない場合に適した製造方法である。

【0071】尚、上述の各実施の形態においては、CCD固体撮像素子に適用して説明したが、本発明の層内レンズの形成方法は、MOS型撮像素子等の他の固体撮像素子や、液晶表示素子についても適用することができ、上述の実施の形態と同様にエッチング選択比を規定して所望の厚さの層内レンズを得ることができる。

【0072】従って、上述の素子において本発明の層内レンズの形成方法を適用することにより、感度や層内レンズの焦点距離を調節して素子の特性の最適化を図ることができる。

【0073】本発明の層内レンズの形成方法は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲でその他様々な構成が取り得る。

10

【0074】

【発明の効果】上述の本発明によれば、層内レンズの厚さを上層のレジストの厚さの限界の範囲外とすることが可能となり、これにより入射光の焦点距離の範囲を広げることができる。層内レンズの焦点距離を所望の距離に広範囲で調節することを可能にする。

【0075】従って、多様な寸法のユニットセルサイズを有する固体撮像素子に対して、感度向上を図ることができる。また、液晶表示素子等において、感度や層内レンズの焦点距離を広範囲に調節して特性の最適化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の層内レンズの形成方法に供するCCD固体撮像素子の一面素に対応する概略断面図である。

【図2】A～C 図1のCCD固体撮像素子の製造方法の製造工程図である。

【図3】D、E 図1のCCD固体撮像素子の製造方法の製造工程図である。

【図4】A、B 図3D及び図3Eのドライエッチング工程の詳細の一形態を示す製造工程図である。

【図5】A、B 図3D及び図3Eのドライエッチング工程の詳細の他の形態を示す製造工程図である。

【図6】本発明の層内レンズの形成方法に供する他のCCD固体撮像素子の一面素に対応する概略断面図である。

【図7】A～F 図6のCCD固体撮像素子の製造方法の製造工程図である。

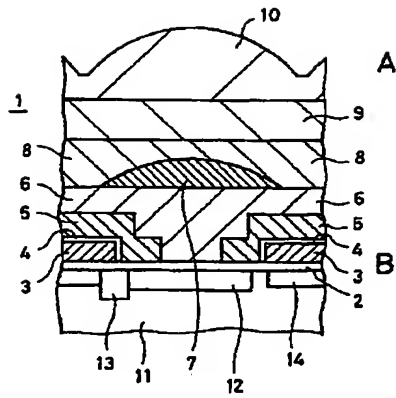
【図8】B、C 図6のCCD固体撮像素子の他の製造方法の製造工程図である。

【符号の説明】

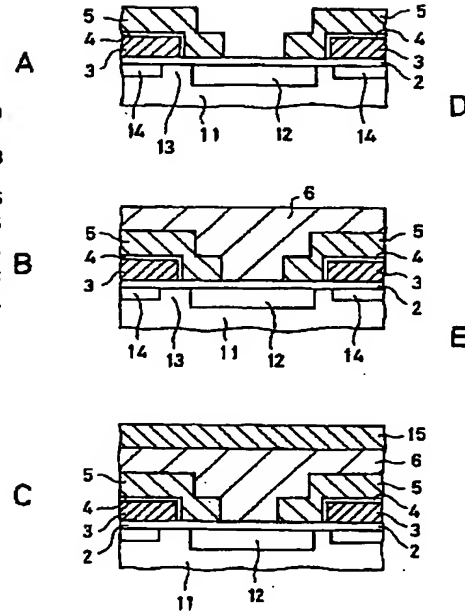
1, 21 CCD固体撮像素子、2 絶縁膜、3 転送電極、4 層間絶縁膜、5 遮光膜、6 第1平坦化層、7, 19 層内レンズ、8 第2平坦化層、9 カラーフィルタ、10 マイクロレンズ (オンチップレンズ)、11 半導体基体 (半導体部)、12 受光部 (センサ)、13 読み出しゲート部、14 CCD転送チャネル、15, 18 高屈折率層 (層内レンズの材料層)、16, 20 レジスト、17 層間絶縁層、19 A, 19 B レンズ面

(7)

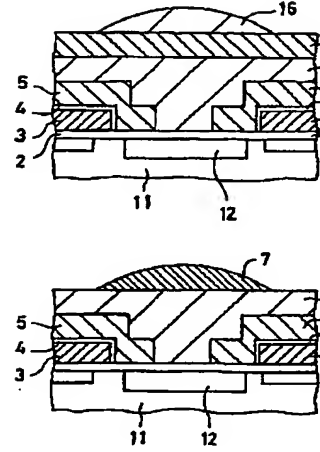
【図1】



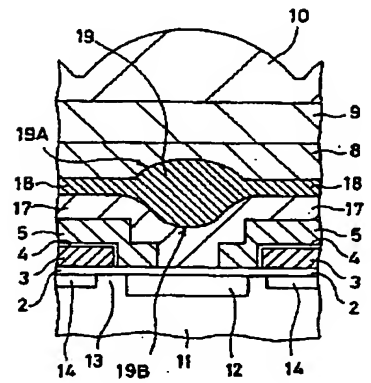
【図2】



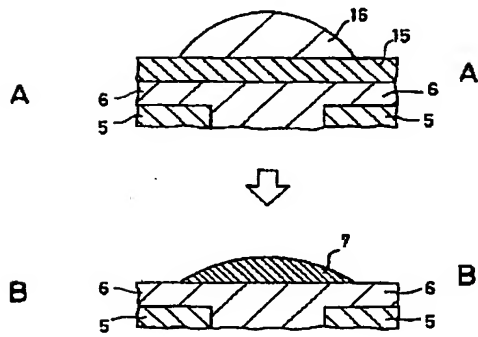
【図3】



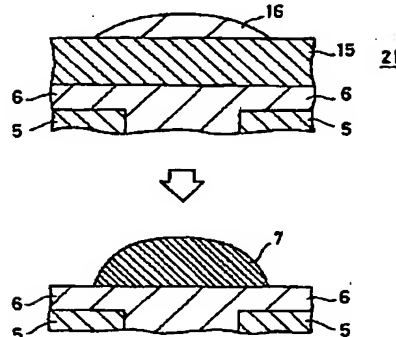
【図6】



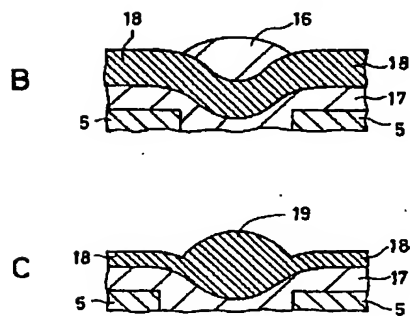
【図4】



【図5】



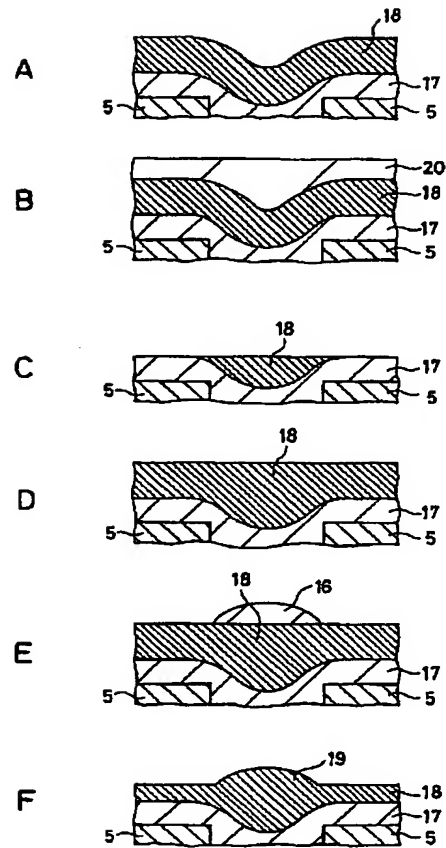
【図8】





(8)

【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 BA01 CA03 CA07 DA02 FA33  
 GA07 GB03 GB08 GD03 GD07  
 HA23  
 5C024 AA01 CA00 CA31 EA04 FA01  
 GA11  
 5G435 AA03 AA17 BB12 FF07 GG02  
 HH02 KK07